

мінімально можливу їх кількість) у оточуючу атмосферу під час виконання їх лазерної обробки.

Дослідження процесу лазерної обробки проводили на експериментальному устаткуванні у складі випромінювача на алюмо-іттрієвому гранаті імпульсно-періодичної дії (енергія імпульсу 2Дж, протяжність у часі 200мкс, частота слідування 50Гц) з різноманітним сервісним устаткуванням. В якості зразків використовували пластини зі сталі У10. В процесі досліджень змінювались:

- розмір плями фокусування;
  - частота слідування імпульсів;
  - швидкість переміщення зразка,
- а також умови обробки:
- обробка в звичайних умовах;
  - обробка зразків з нанесеним покриттям (шар з полівінілацетату);
  - обробка зразків з покриттям занурених у воду.

Під час проведення досліджень (для зразків з покриттям та зануреним у воду) за допомогою цифрової відеокамери фіксувались наявність відриву покриття, або викиду продуктів лазерної ерозії з зони дії сфокусованого лазерного випромінювання. Також, за допомогою подвійного мікроскопа Лінніка, оснащеного цифровою камерою, вимірювалась шорсткість поверхні кожного зразка.

В результаті проведених досліджень встановлено:

можливість лазерної обробки заготовки з випаровуванням її тонкого поверхневого шару, (за умов нанесення на її поверхню захисного покриття) без викиду продуктів лазерної ерозії в атмосферу, яка оточує;

вплив умов опромінення на шорсткість поверхні, що оброблена.

Враховуючи на відносно коротку дію (у часі) сфокусованого лазерного випромінювання (з високою густиною потужності) на зразок, слід очікувати (при обробці зразків з покриттям занурених у воду) виникнення ударних хвиль у зоні обробки (подібно ударному лазерному зміцненню).

УДК 621.9.048

Клименко К.В. студ.; Жук Р.О.ас.; Анякін М.І., д.т.н., доц.

## ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ДЛЯ ГІДРО-ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ

В даний час, підвищення якості розмірної лазерної обробки досягається шляхом залучення до місця дії сфокусованого лазерного випромінювання додаткових джерел енергії: електричного розряду, ультразвукових коливань, порошкового (абразивного) струменя та гідро-лазерної обробки. В останньому випадку, лазерне випромінювання подається до деталі, що обробляється, по струменю води, яка виконує ряд завдань:

- транспортування лазерного випромінювання до місця обробки;
- охолодження зони дії лазерного променя
- вилучення продуктів лазерної ерозії з зони обробки.

Враховуючи, що даний метод обробки використовується при виготовленні різноманітних електронних компонент, вирізанні медичних ендопротезів та інш. (тобто прецизійних та мініатюрних виробів), діаметр струменя води (який виконує роль світловода) повинен не перевищувати 100 мкм (діаметру плями фокусування. Таким чином, при визначенні параметрів пристрою, який відповідає перерахованим вище вимогам необхідно забезпечити:

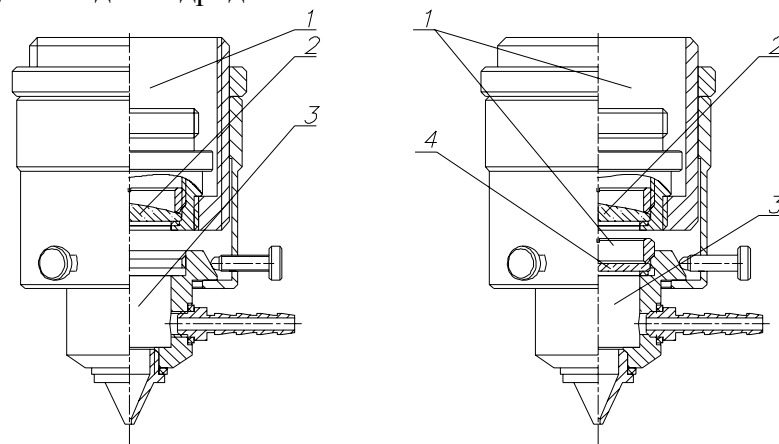
розрахунок оптичної системи, яка складається з декількох елементів (Рис.1):

повітря – об’єктив (оптичне скло) – вода, або повітря – об’єктив (оптичне скло) – повітря – захисне скло (оптичне скло) – вода. Причому, оптична система повинна забезпечувати не тільки фокусування випромінювання в пляму заданого розміру, але й вводити сфокусоване випромінювання в струмінь води з кутом згинаючої каустичної поверхні, який не перевищує кут повного внутрішнього відбивання середовища вода-повітря.

безпосередньо сопло, для формування струменя з заданими параметрами, який повинен мати певне фокусування або циліндричну частину.

Для розрахунків вказаних параметрів системи пропонується використовувати чисельні методи, причому:

- для розрахунків оптичної частини найбільш доцільно використовувати «променевий пакет» - геометричний аналог лазерного променя;
- для розрахунків гідравлічної частини – використання методу кінцевих об’ємів, які вирішують задачі гідродинаміки.



*Рис.1 Пристрій для гідро-лазерної обробки*

*1- повітря; 2- об’єктив (скло); 3 – рідина; 4 – захисна пластина (скло)*

УДК 621.9.048

Клименко К.В.; Мехді Наєбі. асп.; Степура О.М., мол.н.с.; Анякін М.І., д.т.н., доц.

### **ЛАЗЕРНЕ ФРЕЗЕРУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ**

В роботі розглянуто технологію фрезерування виробів з різноманітних матеріалів сфокусованим лазерним випромінюванням з модульованою добротністю. Встановлено, що на продуктивність та якість процесу разом з режимами лазерної обробки насамперед впливає механізм руйнування заготовки.

Відомо, що лазерне фрезерування матеріалів (ЛФ) займає проміжну ланку між традиційними методами надшвидкого виготовлення виробів (надшвидкісне різання, електророзрядна обробка) та їх виготовленням за допомогою сфокусованого лазерного випромінювання з порошкових (металевих або керамічних) матеріалів. На відміну від надшвидкісного різання та електророзрядної обробки, за допомогою ЛФ, з’являється можливість виготовлення різноманітних виробів з будь-яких матеріалів: сталей, кераміки, надтвердих сплавів та інше, що робить вказаний метод привабливим для виготовлення пресових валів, різноманітних кліше, матриць та інше, які використовуються при глибокому друці, виготовленні шпалер і т.д.. При цьому, як і при звичайному надшвидкісному різанні та електроіскрової обробці, здійснюється:

- технологія зняття припуску шар за шаром;